

Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11) EP 1 186 370 A2

(12) EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
13.03.2002 Patentblatt 2002/11

(51) Int Cl.7: B23K 26/10, H05K 3/32

(21) Anmeldenummer: 01117474.5

(22) Anmeldetag: 19.07.2001

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU
MC NL PT SE TR
Benannte Erstreckungsstaaten:
AL LT LV MK RO SI

(71) Anmelder: SIEMENS AKTIENGESellschaft
80333 München (DE)

(72) Erfinder:
• Müller, Ronny
92449 Steinberg (DE)
• Weller, Rainer
54552 Dreis-Brück (DE)

(30) Priorität: 28.07.2000 DE 10036901

(54) Verfahren und Vorrichtung zur Erzeugung einer Laserschweißverbindung

(57) Bei einem Verfahren zur Erzeugung einer Laserschweißverbindung zwischen einer flexiblen Metallfolie (4) und einem metallischen Kontaktpartner (6) wird eine Verbindungsfläche (7) des metallischen Kontaktpartners in Anlage an eine Seite der Metallfolie (4)

gebracht. Auf die gegenüberliegende Seite der Metallfolie wird mittels eines Niederhalters (8) eine Druckkraft ausgeübt, so daß die Verbindungsfläche spaltfrei an der Metallfolie (4) anliegt. Zur Bildung der Schweißverbindung wird im Anlagebereich Laserlicht auf die Metallfolie gerichtet.

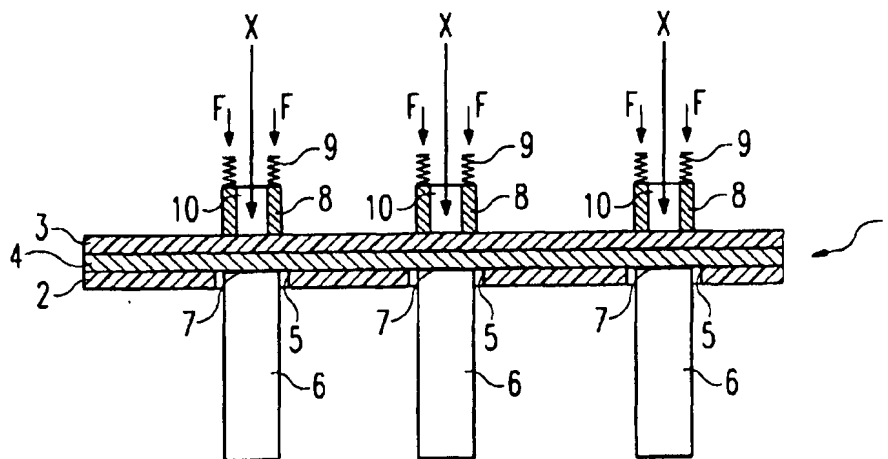


Fig. 1

EP 1 186 370 A2

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Erzeugung einer Laserschweißverbindung zwischen einer flexiblen Metallfolie, insbesondere Cu-Folie, und einem metallischen Kontaktpartner.

[0002] Derartige Verfahren und Vorrichtungen sind in besonderem Maße für die Technik der Bestückung flexibler Leiterplatten mit elektrischen Bauelementen von Bedeutung. Bekannte und für derartige Zwecke erprobte Verfahren sind das Nieten, Löten und Drahtbonden. Ferner sind Laserschweiß- und Laserlötlötlverfahren bekannt, bei denen die für die Erzeugung einer elektrischen Kontaktverbindung erforderliche Energie in Form von Laserstrahlung in die Fü-

gepartner eingebracht wird.

[0003] Laserbestrahlungsverfahren weisen eine Reihe von prinzipbedingten Vorteilen (hohe Prozeßvariabilität, Wegfall von mechanischen Werkzeugen, hohe Verschleißfreiheit usw.) gegenüber den genannten mechanischen Kontaktierungsverfahren auf. Nachteilig bei den Laserbestrahlungsverfahren ist jedoch, daß die Qualität der erzielten Verbindungen häufig variiert und in bezug auf ihre mechanischen und elektrischen Eigenschaften nicht selten zu wünschen übrig läßt.

[0004] In der den nächstliegenden Stand der Technik repräsentierenden Patentschrift US 5,676,865 ist ein Verfahren zur Realisierung einer Schweißverbindung zwischen einer flexiblen Leiterplatte und einem metallischen Leiter beschrieben. Bei diesem Verfahren werden zunächst gegenüberliegende Öffnungen in die boden- und deckenseitigen Isolationsschichten der flexiblen Leiterplatte eingebracht, so daß eine dazwischen verlaufende Leiterbahn in den Öffnungsbereichen beidseitig freiliegt. Die freiliegende Leiterbahn wird dann mit einem Zentralloch versehen. Nachfolgend wird der Lochrand der Leiterbahn so umgeformt, daß er mit einer Endfläche des elektrischen Leiters in Kontakt gelangt. Zuletzt wird die Leiterbahn mittels eines durch die rückwärtige Öffnung gerichteten Laserstrahls im Lochbereich an den Leiter angeschweißt.

[0005] Nachteilig bei diesen Verfahren ist, daß aufgrund des Zentrallochs relativ wenig Leiterbahnmaterial für den Schweißprozeß zur Verfügung steht und ferner ein definiertes Herunterbiegen des Lochrands auf den Leiter technische Probleme bereitet. Aus diesen Gründen kann auch dieses Verfahren die praktischen Anforderungen in bezug auf die Reproduzierbarkeit der Herstellung qualitativ guter Kontakte nicht garantieren.

[0006] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren und eine Vorrichtung zur reproduzierbaren Herstellung einer dauerhaften und niederohmigen Schweißverbindung zwischen einer Metallfolie, insbesondere Cu-Folie, und einem metallischen Kontaktpartner zu schaffen.

[0007] Die Aufgabenstellung wird durch die Merkmale der unabhängigen Ansprüche gelöst.

[0008] Die Erfindung beruht auf der Erkenntnis, daß eine entscheidende Voraussetzung für die Erzeugung von Schweißverbindungen mit einwandfreien elektromechanischen Kontakteigenschaften eine definierte und spaltfreie Anlage der Metallfolie an der Verbindungsfläche des Kontaktpartners ist. Nur unter dieser Voraussetzung gelingt die Herstellung reproduzierbarer, qualitativ hochwertiger schmelzmetallurgischer Verbindungen durch Laserschweißen. Das Anpressen der Metallfolie an die Verbindungsfläche des Kontaktpartners wird erfindungsgemäß durch eine spezielle Niederhaltetechnik gewährleistet.

[0009] Eine vorteilhafte Verfahrensvariante kennzeichnet sich dadurch, daß das Laserlicht durch eine Durchtrittsöffnung des Niederhalters auf die Metallfolie gelangt. Auf diese Weise wird sichergestellt, daß die Andruckzone den Beleuchtungsbereich allseitig umgibt. Dabei kann ein vollständiger Formschluß oder Nullspalt im Anlagebereich zwischen der flexiblen Metallfolie und der Verbindungsfläche des metallischen Kontaktpartners sicher gewährleistet werden.

[0010] Darüber hinaus wird die Qualität der erhaltenen Schweißverbindung auch durch die Materialwahl der Fügepartner beeinflusst. Bei Verwendung einer Cu-Metallfolie hat sich gezeigt, daß hochwertige Verbindungen mit einem aus einer Bronze-Legierung bestehenden metallischen Kontaktpartner im wesentlichen nur bis zu einem Zinnanteil von maximal 14% möglich sind.

[0011] Ferner hat sich gezeigt, daß der Nickel- und Zinkgehalt einer solchen Bronze-Legierung jeweils nicht über 0,1% liegen sollte, da bei höheren Anteilen der genannten Metalle sich die Reproduzierbarkeit der erzielten Schweißverbindungen deutlich verringert. Bezüglich Blei ist ein Anteil von maximal etwa 1% akzeptabel.

[0012] Ein wichtiger Anwendungsbereich der Erfindung besteht in der (automatisierten) Bestückung einer flexiblen Leiterplatte (deren Leiterbahnen die Metallfolie realisieren) mit elektronischen Bauelementen (deren Kontaktstifte die metallischen Kontaktpartner darstellen). Die mit der Erfindung erzielten elektromechanischen Kontakteigenschaften (hohe mechanische Festigkeit, niedriger ohmscher Übergangswiderstand) sowie die gute Reproduzierbarkeit der Kontaktherstellung sind gerade für diesen Anwendungsfall von zentraler Bedeutung.

[0013] Eine konstruktiv vorteilhafte Ausführungsvariante des in der erfindungsgemäßen Vorrichtung zur Erzeugung einer Laserschweißverbindung eingesetzten Niederhalters kennzeichnet sich dadurch, daß der Niederhalter von einer Druckfeder beaufschlagt und in Richtung der Federkraft beweglich an einem Tragkörper angebracht ist. Dadurch wird erreicht, daß die von dem Niederhalter auf die Metallfolie (oder flexible Leiterplatte) ausgeübte Andruckkraft von der Druckfeder erzeugt und daher gezielt und feinfühlig über die Wahl eines geeigneten Abstandes zwischen dem Trag-

körper und der Metallfolie (flexible Leiterplatte) einstellbar ist.

[0014] Die Erfindung wird nachfolgend anhand eines Ausführungsbeispiels unter Bezugnahme auf die Zeichnung näher erläutert; in dieser zeigt

5 Fig. 1 eine schematische Schnittdarstellung einer Anordnung bestehend aus drei Niederhaltern, einer flexiblen Leiterplatte und drei Kontaktpartnern; und

Fig. 2 eine vereinfachte, schematische Schnittdarstellung einer erfindungsgemäßen Vorrichtung.

10 **[0015]** Fig. 1 zeigt eine flexible Leiterplatte 1, die aus zwei parallel verlaufenden Isolationsschichten 2, 3 und einer dazwischen liegenden Metallfolie (Leiterbahn) 4 aufgebaut ist. Derartige flexible Leiterplatten werden in vielfältigen Ausführungen hergestellt und als elektrische Verbindungselemente sowie als Träger für Elektronikschaltungen verwendet.

[0016] Die untere Isolationsschicht 2 weist drei Öffnungen 5 auf, an deren Böden die Metallfolie 4 frei liegt.

15 **[0017]** Jede Öffnung 5 wird von einem Metallstift 6 durchlaufen, welcher mit seiner der flexiblen Leiterplatte 1 zugewandten Endfläche 7 ganzflächig an der Metallfolie 4 anliegt.

[0018] Die Metallstifte 6 werden in Fig. 1 als ortsfest betrachtet. Auf der gegenüberliegenden Seite der Leiterplatte 1 befinden sich Niederhalter 8, die mit einer durch Druckfedern 9 vorgegebenen Andruckkraft F auf die obere Isolationsschicht 3 der Leiterplatte 1 drücken. Die Lage der Niederhalter 8 ist dabei so gewählt, daß sie exakt axial ausgerichtet mit den jeweils gegenüberliegenden angeordneten Metallstiften 6 sind.

20 **[0019]** Die Niederhalter 8 können in Form eines Hohlzylinders mit ringförmigen oder rechteckigen Querschnitt ausgebildet sein. Die Öffnung 10 ermöglicht die Einkopplung von Laserlicht X in die flexible Leiterplatte 1.

[0020] Die Isolationsschichten 2, 3 der flexiblen Leiterplatte 1 können beispielsweise aus Polyimid oder einem anderen geeigneten Kunststoff oder Lackmaterial bestehen. Die Metallfolie 4 ist vorzugsweise aus Cu. Anstelle der in Fig. 1 dargestellten Leiterplatte 1 mit einseitigem Zugriff (Öffnungen 5) kann auch eine flexible Leiterplatte mit beidseitigem Zugriff verwendet werden. Bei einer flexiblen Leiterplatte mit beidseitigem Zugriff ist auch die obere Isolationsschicht 3 mit Öffnungen versehen, welche den Öffnungen 5 gegenüberliegen. In diesem Fall strecken sich die Niederhalter 8 durch diese Öffnungen hindurch und drücken direkt auf die Metallfolie 4 auf.

[0021] Eine mögliche Vorgehensweise zur Erzeugung dieser (in Fig. 1 nicht dargestellten) Zugriffsöffnungen in der oberen Isolationsschicht 3 besteht darin, daß vor dem Positionieren der Niederhalter 8 in den dargestellten Positionen zunächst mittels des Laserlichts X die genannten Zugriffsöffnungen in die Isolationsschicht 3 gebrannt werden. Der Laser erfüllt in diesem Fall eine Doppelfunktion, da er sowohl für die Herstellung der Zugriffsöffnungen (nicht dargestellt) als auch für die erfindungsgemäße Erzeugung der Schweißverbindungen eingesetzt wird.

[0022] Nachfolgend wird anhand Fig. 1 ein erfindungsgemäßer Ablauf zur Erzeugung einer Laserschweißverbindung beschrieben.

35 **[0023]** Zunächst wird die flexible Leiterplatte 1 mittels einer geeigneten Handhabungseinrichtung (siehe beispielsweise auch Fig. 2) in Position gebracht und so auf die lagefesten Metallstifte 6 (z.B. Kontaktbeine von Bauteilen) niedergebracht, daß die Metallstifte 6 werden durch die Öffnungen 5 hindurch in Anlage an die Metallfolie 4 gelangen. Ohne die Ausübung eines Gegendrucks von der gegenüberliegenden Seite der Leiterplatte 1 kann keine für das erfindungsgemäße Verfahren ausreichend spaltfreie Anlage der Endflächen 7 der Metallstifte 6 an die Metallfolie 4 erzielt werden. Die erforderliche Spaltfreiheit zwischen den Kontaktpartnern wird erst durch den lokal auf die rückseitige Isolationsschicht 3 drückenden Niederhalter 8 bewirkt. Zu diesem Zweck werden die Niederhalter 8 in geeigneter Weise und ausgerichtet mit den Metallstiften 6 auf die Isolationsschicht 3 der Leiterplatte 1 abgesenkt. Die Federn 9 ermöglichen die Einstellung einer definierten Andruckkraft, die ausreichend für die Erzielung und Sicherstellung der Spaltfreiheit zu Beginn des Schweißprozesses ist.

[0024] In einem nächsten Schritt erfolgt die Erzeugung der Schweißverbindungen. Als Laserquelle können ein oder mehrere Nd:YAG-Laser eingesetzt werden. Der Laserstrahl X trifft von oben auf die Isolationsschicht 3, durchläuft diese und dringt bis etwa 1 mm tief in die Fügepartner (Metallfolie 4 und Metallstift 6) ein. Die dabei entstehende Schmelze verschweißte die beiden Fügepartner. Anders als beim Laserlöten werden hierfür keine Zusatzwerkstoffe (Lot) benötigt.

50 **[0025]** Bei dem Schweißschritt entsteht eine kreisscheibenförmige Verbindungszone (Schweißpunkt) mit einem Durchmesser von 0,6 bis 0,9 mm. Der Durchmesser ist abhängig von der Laseroptik und kann durch Verstellen derselben variiert und optimiert werden. Die Schweißenergie hängt von dem Lichtfleckdurchmesser (etwa 0,3 bis 0,6 mm) des Laserlichts auf der flexiblen Leiterplatte 1 und der Pulslänge des Laserlichts ab und beträgt zwischen 8 J und 18 J. Die Pulsspitzenleistung erreicht bei einer Pulszeit von 3 ms bis 10 ms etwa 2 kW bis 3 kW. Es kann mit einer mittleren Leistung von 100 bis 200 W des Nd:YAG-Lasers (Wellenlänge 1,06 µm) gearbeitet werden. Die genannten Laserparameter sind ferner von der Materialwahl und der Geometrie der Fügepartner abhängig.

[0026] Gute Schweißergebnisse wurden mit Metallstiften 6 aus CuSnX-Legierungen erhalten, wobei X den Zinnanteil

der Legierung bezeichnet. Die durchgeführten Versuche deuten darauf hin, daß sämtliche CuSnX-Legierungen mit einem Zinnanteil von bis zu X=14% geschweißt werden können. Problematisch sind Anteile von Blei, Nickel oder Zink. Bei Anteilen von Blei über 1% und Anteilen von Nickel oder Zink über etwa 0,1% können aufgrund eines zu eruptiven Werkstoffverhaltens keine reproduzierbaren Schweißergebnisse erzielt werden.

[0027] Geeignete Bronze-Legierungen sind beispielsweise CuSn5, CuSn5-Ag, CuSn6, CuSn6-Ag, CuSn14Pb, CuSn14Pb-Ag und CuSn5Pb1-Ag.

[0028] Fig. 2 zeigt ein Beispiel für eine erfindungsgemäße Vorrichtung zur Durchführung des beschriebenen Verfahrens. Dieselben oder vergleichbare Teile wie in der Fig. 1 sind mit denselben Bezugszeichen versehen. Die flexible Leiterplatte 1 ist auf einer Halterung 11 mechanisch fixiert. Die Halterung weist in einem zentralen Bereich eine Montageöffnung 12 auf. Unterhalb der Montageöffnung 12 befindet sich ein Tragkörper 13, der in Normalrichtung (Doppelpfeil N) zu der durch den Träger 11 definierten Ebene längsverschieblich angebracht ist. In dem Tragkörper 13 sind zwei ebenfalls in Normalrichtung orientierte Aufnahmevertiefungen oder Buchsen 14 vorhanden, in welche die Niederhalter 8 gleitend verschiebbar und jeweils über die Federn 9 abgestützt eingesetzt sind.

[0029] Ein elektronisches Bauelement 15 wird über Manipulatorarme 16 oberhalb der flexiblen Leiterplatte 1 gehalten und in der Weise auf die Leiterplatte 1 (in Normalrichtung N) abgesenkt, daß die Kontaktbeine 6 des Bauelements 15 in die Öffnungen 5 der Isolationsschicht 2 eintreten und die Metallfolie 4 berühren. Der für die erfindungsgemäße Erzeugung der Schweißverbindung erforderliche Gegenanlagedruck wird dann durch eine kontrollierte Verschiebung des Tragkörpers 13 in Richtung zu dem Träger 11 hin aufgebaut. Durch eine Steuerung des Verfahrenswegs (Abstand zwischen dem Träger 11 und einem Referenzpunkt des Tragkörpers 13) kann unter Berücksichtigung der Federkonstante der Druckfedern 9 eine gewünschte Gegendruckkraft eingestellt werden. Genausogut kann, wie bereits im Zusammenhang mit Fig. 1 erläutert, auch das Bauelement 15 lagefest und der Träger 11 verschiebbar ausgeführt sein.

[0030] Aus Fig. 2 ist ferner ersichtlich, daß das von einem Laser 17 erzeugte Laserlicht X über eine optische Faser 18 einem Laserkopf 19 zugeführt wird. Der Laserkopf 19 weist ein Laserlicht-Umlenkssystem (Scannerspiegel) 20 und ein Planfeld-Objektiv (telezentrische Optik) 21 auf. Das Laserlicht-Umlenkssystem 20 positioniert den Laserstrahl nacheinander auf die gewünschten Schweißstellen, während das Planfeld-Objektiv 21 dafür sorgt, daß die Laserstrahlen hinter dem Laserkopf 19 stets parallel und senkrecht zum Träger 11 verlaufen und eine identische Fokusebene aufweisen.

[0031] Ein wesentlicher Effekt der Erfindung besteht darin, daß durch das erfindungsgemäße Verfahren besonders niederohmige Übergangswiderstände erzeugt werden können. In Tabelle 1 sind die Übergangswiderstände (in mΩ) angegeben, die bei Messungen als Minimalwert, Maximalwert und Durchschnittswert für drei verschiedene Werkstoffe des Metallstiftes 6 erhalten wurden. Die Werte beziehen sich auf eine flexible Leiterplatte 1 mit einseitigem Zugriff. Der Tabelle 1 ist zu entnehmen, daß die Durchschnittswerte der gemessenen Übergangswiderstände in allen Fällen zwischen 0,56 und 0,64 mΩ liegen. Eine Versilberung einer CuSn6-Legierung bewirkt eine leichte Erhöhung des gemessenen Übergangswiderstandswerts.

Tabelle 1

Pin-Material	Versilbert	Übergangswiderstand		
		Ø	Max.	Min.
CuSn6	-	0,56	0,77	0,42
CuSn6	Ag	0,64	0,76	0,55
CuSn14Pb	-	0,57	0,75	0,43

[0032] Zum Vergleich sind in Tabelle 2 die Übergangswiderstände (in mΩ) angegeben, die bei anderen Verbindungstechnologien erreicht werden. Die gemessenen Übergangswiderstände betragen für diese bekannten Technologien 2,5 bis 7 mΩ und sind damit um ein Vielfaches höher als beim erfindungsgemäßen Laserschweißen.

Tabelle 2

Technologie	Übergangswiderstand in mΩ
Bonden (300 µm Al-Draht) auf Aluminiumplatte	2,75
Bonden (300 µm Al-Draht) auf Flexleiterplatte (chemisch Ni/Au)	2,50
Bonden (300 µm Al-Draht) auf LTCC-Substrat (AgPd)	3,00 bis 7,00
Klebung zwischen LTCC-Substrat und Flexleiterplatte (chemisch Ni/Au)	3,50

[0033] Bei einem Durchmesser der Schweißzone von etwa 0,6 bis 0,9 mm kann ohne weiteres eine Zugscherfestigkeit von etwa 25 bis 35 N erreicht werden.

5 **Patentansprüche**

1. Verfahren zur Erzeugung einer Laserschweißverbindung zwischen einer flexiblen Metallfolie (4), insbesondere Cu-Folie, und einem metallischen Kontaktpartner (6), bei welchem
10
 - eine Verbindungsfläche (7) des metallischen Kontaktpartners (6) in Anlage zu einem freiliegenden Bereich auf einer Seite der Metallfolie (4) gebracht wird,
 - auf die gegenüberliegende Seite der Metallfolie (4) Laserlicht (X) gerichtet wird, derart, daß eine Schweißverbindung zwischen der Metallfolie (4) und dem Kontaktpartner (6) gebildet wird,
15 **dadurch gekennzeichnet,**
 - **daß** mittels einer von einem Niederhalter (8) auf die gegenüberliegende Seite der Metallfolie (4) ausgeübten Druckkraft eine spaltfreie Anlage der Metallfolie (4) an die Verbindungsfläche (7) des Kontaktpartners (6) sichergestellt wird.
20
2. Verfahren nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet,
25
 - **daß** das Laserlicht (X) durch eine Durchtrittsöffnung (10) des Niederhalters (8) auf die Metallfolie (4) gelangt.
25
3. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
30
 - **daß** der metallische Kontaktpartner (6) aus einer Bronze-Legierung mit einem Zinnanteil von maximal 14% besteht.
30
4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
35
 - **daß** der metallische Kontaktpartner (6) aus einer Bronze-Legierung mit einem Bleigehalt von maximal 1% besteht.
35
5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
40
 - **daß** der metallische Kontaktpartner (6) aus einer Bronze-Legierung mit einem Nickel- oder Zinkgehalt von maximal 0,1% besteht.
40
6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
45
 - **daß** der Durchmesser eines von dem Laser (17) auf der Metallfolie (4) erzeugten Lichtflecks zwischen 0,3 und 0,6 mm eingestellt wird.
45
7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
50
 - **daß** zur Erzeugung der Schweißverbindung eine Schweißenergie von 8 bis 18 J eingesetzt wird.
50
8. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
55
 - **daß** bei einer Pulszeit von 3 ms bis 10 ms eine PulsSpitzenleistung von 2 bis 3 kW des Lasers (17) eingesetzt
55

wird.

9. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,

- **daß** es sich bei der Metallfolie (4) um eine Leiterbahn einer flexiblen Leiterplatte (1) handelt.

10. Vorrichtung zur Erzeugung einer Laserschweißverbindung zwischen einer Metallfolie (4), insbesondere Cu-Metallfolie, und einem metallischen Kontaktpartner (6), mit

- einer Halterung (11), insbesondere Träger, für die Metallfolie (4),
- einem Manipulator (16), mittels welchem eine Verbindungsfläche (7) des metallischen Kontaktpartners (6) und ein freiliegender Bereich der Metallfolie (4) in Anlage zueinander bringbar sind,
- einem von der gegenüberliegenden Seite der Metallfolie (4) auf die Leiterplatte (1) aufdrückbaren Niederhalter (8) zur Sicherstellung einer spaltfreien Anlage zwischen der Verbindungsfläche (7) des Kontaktpartners (6) und der Metallfolie (4), und
- einem Laser (17) zum Bestrahlen der Metallfolie (4) zur Bildung der Schweißverbindung im spaltfreien Anlagebereich.

11. Vorrichtung nach Anspruch 10,
dadurch gekennzeichnet,

- **daß** der Niederhalter (8) eine Durchtrittsöffnung (10) zur Transmission des Laserlichts (X) aufweist.

12. Vorrichtung nach Anspruch 10 oder 11,
dadurch gekennzeichnet,

- **daß** der Niederhalter (8) von einer Druckfeder (9) beaufschlagt und in Richtung der Federkraft beweglich an einem Tragkörper (13) angebracht ist.

13. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 10 bis 12,
dadurch gekennzeichnet,

- **daß** der Laser ein Nd:YAG-Laser ist.

14. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 10 bis 13,
dadurch gekennzeichnet,

- **daß** dem Laser (17) eine optische Einrichtung (19) nachgeschaltet ist, die ein Licht-Umlenkensystem (20) und ein Planfeld-Objektiv (21) umfaßt.

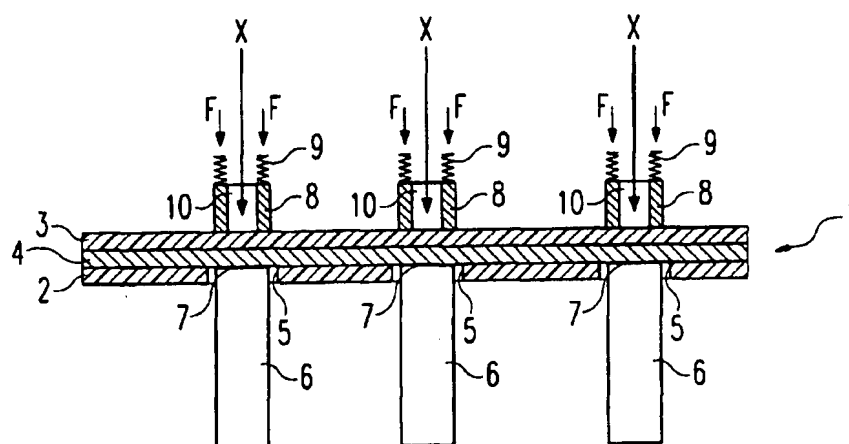


Fig. 1

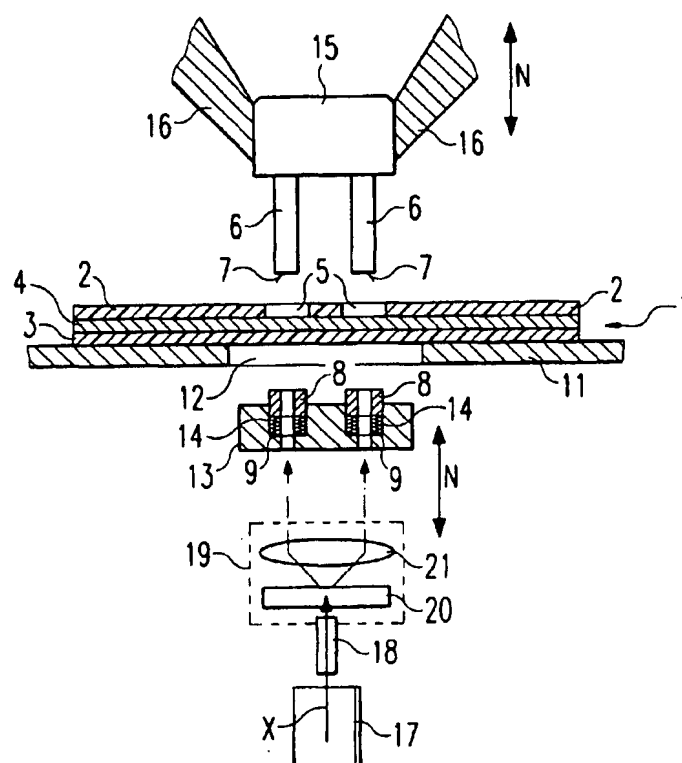


Fig. 2



OrderPatent

(19)



JAPANESE PATENT OFFICE

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: 01146426 A

(43) Date of publication of application: 08.06.1989

(51) Int. Cl. H03L 7/18

(21) Application number: 62304879

(22) Date of filing: 02.12.1987

(71) Applicant: MITSUBISHI ELECTRIC CORP

(72) Inventor: INOMATA HIDEKI

(54) PLL CIRCUIT

(57) Abstract:

PURPOSE: To supply a stable clock even against a rapid fluctuation of a phase of an input signal by storing an input clock signal in a memory tentatively prior to the input to a phase comparator circuit and giving it to a synchronization detection circuit counter counting clocks according to an external reference signal clock signal so as to control the frequency-division ratio of a frequency-division counter.

CONSTITUTION: The input clock signal 1b is given to a memory 5 prior to the input to a phase comparator circuit 2. Simultaneously, the same input clock signal 1b is given also to a frequency detection counter 7. If the period of the input clock signal is changed, the frequency detection counter gives a change to a frequency-division controller 8, from which a reset or a load signal is given to a frequency-division counter 1a. Then the frequency-division ratio of the frequency-division counter 1a is varied optionally in response to the deviation of the period of the input signal. On the

other hand, the memory 5 retards the input signal by a processing delay time till the control of the frequency-division counter 1a so as to always make the phase between the signal give to the phase comparator 2 and the output signal of the frequency-division counter 1a constant.

COPYRIGHT: (C)1989,JPO&Japio

